

УДК 614. 841

## Визначення сили розтягу напірного пожежного рукава при транспортуванні води

Стась С. В.

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, м. Черкаси, Україна

**Анотація:** Зношення напірних пожежних рукавів, що відбувається під час їх розгортання, перетягування та складання, частково залежить від їх деформації внаслідок транспортування ними рідин. Для визначення величини розтягу були вибрані латексовані напірні пожежні рукава та напірні пожежні рукава із двостороннім полімерним покриттям. Дослідження проводилися при температурах  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  та  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Середнє значення довжин застосованих пожежних рукавів відповідно складало 1790 см та 1960 см. Витрати рідини та тиск на вході пожежних рукавів мали фіксоване значення й складали 0, 115, 230, 360, 475 л/хв та 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 МПа. Найбільше подовження становило 79 см. Воно було зафіксоване при транспортуванні води у випадку застосування латексованих рукавів діаметром 77 мм, тиску на їх вході 0,8 МПа, температурі  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  та витраті води 0 л/с. При цьому сила, що забезпечувала такий розтяг становила 2,04 кН. Отримані результати можуть бути використані при врахуванні вимушених втрат енергії на транспортування рідини.

**Ключові слова:** транспортування води, подовження пожежного рукава, сила розтягу.

**Вступ та аналіз літературних даних.** Напірні пожежні рукави застосовуються для подачі вогнегасних рідин до осередку переважної більшості пожеж. Основними характеристиками рукавів є геометричні розміри, робочий тиск транспортованої рідини, водонепроникність та міцність. Здатність подовжуватися визначається особливостями матеріалу основи рукавів. Частина енергії, яка витрачається на транспортування води від вододжерела до зони горіння витрачається на розтягування й утримання довжини рукава. Величина втрат енергії на забезпечення зміни геометричних параметрів може бути визначена експериментальним шляхом при механічному розтягуванні. Максимальні значення розтягу рукавів регламентуються документами Державної служби надзвичайних ситуацій України для їх безпечного застосування практичними підрозділами.

Вивчення поведінки рукавів під статичним навантаженням досліджувалися у роботах [1,2]. Зразок розтягувався під дією навантаження, а також часткового стискався після припинення такої дії, таким чином визначалися механічні властивості (пружні й дисипативні). Однак для цього використовувався короткий фрагмент рукава довжиною 110 мм, що не може гарантувати подібну поведінку усього рукава під статичним навантаженням.

Зміна геометричних розмірів рукавів при транспортуванні води безпосередньо залежить як від витрати й гідродинамічного тиску рідини так і від особливостей будови й матеріалів самих рукавів. Дослідження характеристик тканих арматурних каркасів напірних пожежних рукавів та їх вплив на значення внутрішнього розривного тиску розглянуто у роботі [3], де встановлено, що тиск розриву рукава суттєво залежить від геометричної щільності намотування ниток, сили розриву ниток та радіусу. Важливо, що подовження рукавів найчастіше не призводить до тактичних чи технічних ускладнень безпосередньо під час пожежогасіння. Однак воно суттєво впливає на зношуваність рукавів, появу мікротріщин, розривів і, як наслідок, на надійність і безпеку виконання пожежогасіння.

### Матеріали та методи дослідження.

Для встановлення факту розтягу та отримання значення динамічних зусиль, що спричиняють розтяг напірних пожежних рукавів застосовувалися методи емпіричного дослідження, а саме спостереження, вимірювання та експеримент. Можна припустити, що

частина енергії, яка повинна забезпечувати транспортування вогнегасної речовини рукавними лініями, втрачається на розтяг та утримування в розтягнутому стані рукавної лінії [4].

Усього для дослідження було використано по шість рукавів латексованих діаметрами 51 см та 77 см, а також шість рукавів двосторонніх полімерних діаметром 51 мм. Усі рукави є типовими для застосування практичними підрозділами Державної служби надзвичайних ситуацій України. Температура навколишнього середовища при якій застосовувалися рукави була  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  та  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  (частина досліджень була проведена влітку, а частина взимку). При низькій температурі використання рукавів для транспортування води здійснювалося не більше як через 10-12 хвилин після того, як їх діставали з приміщення для зберігання з температурою  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Спочатку розтягування проводилося з нульовою витратою рідини (із заглушкою на кінцях рукавів) при різних значеннях вхідного тиску. Потім були застосовані пожежні стволи з фіксованими значеннями витрати 115, 230, 360, 475 л/хв. Для кожного такого значення витрати й кожного з трьох типів рукавів були проведені дослідження із фіксацією значень розтягу рукавів.

**Визначення величини сили розтягу рукава при транспортуванні води.** Подовження рукавів під час їх заповнення водою залежало від типу застосованих рукавів, витрати та тиску рідини. Найбільших деформацій по довжині зазнав латексований рукав діаметром 77 мм й випробувальною довжиною 1960 см, його подовження складало 79 см при нульовій витраті рідини й температурі  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 1, а) [5]. При температурі  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  найбільше подовження так само зазнав латексований рукав діаметром 77 мм й випробувальною довжиною 1790 см, його подовження складало 73 см при нульовій витраті рідини (рис. 1, б). У досліджуваному діапазоні температур суттєвої залежності подовження від температури навколишнього середовища не виявлено.



а



б

Рис. 1. Подовження пожежного латексованого рукава діаметром 77 мм: а – довжиною 1960 см при температурі  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; б – довжиною 1790 см при температурі  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Значення сили, що забезпечує розтягування рукавів при транспортуванні води, досліджувалося за допомогою випробувальної установки, яка складалася із лебідки, динамометра, системи кріплень та безпосередньо рукава (рис. 2). Відносне подовження рукава не перевищило 0,032, що відповідає вимогам чинних нормативних документів України.



Рис. 2. Фрагмент вимірювання сили подовження латексованих пожежних рукавів довжиною 1960 см й діаметром 77 мм

Подовження на 79 см досліджуваного латексованого рукава діаметром 77 мм відповідав тиск на його вході 0,8 МПа, а сила, що забезпечувала такий розтяг становила 2,04 кН.

**Обговорення результатів визначення подовження напірних пожежних рукавів.** Явище розтягування рукавів можна пояснити фізико-технічними особливостями їх будови, впливом умов та режимів їх експлуатації. Визначена величина подовження рукавів (до 4,3%) може бути взята за основу при проведенні подальших досліджень, пов'язаних із транспортуванням вогнегасних рідин гнучкими трубопроводами, що змінюють власні початкові геометричні розміри, як-то довжину. Разом із тим, у результаті проведення експериментів було встановлено суттєвий рівень залежності отриманих результатів подовження рукавів від стану їх зношеності. Для шести однотипних латексованих НПР діаметром 77 мм та довжиною 1960 см розкид величини подовження складав близько 12% (73, 77, 79, 81, 82, 83 см). Для шести латексованих НПР діаметром 51 мм розкид величини подовження складав близько 9%. Двосторонні полімерні НПР діаметром 51 мм майже не подовжувалися.

**Висновки.** Експериментально визначено величини сил, що витрачаються на розтягування рукавів, проте не беруть участь у процесі транспортування рідин. У деяких випадках сила, що забезпечувала розтяг пожежного рукава досягала 2,04 кН. Для досліджуваних типів пожежних рукавів при транспортуванні ними води експериментально встановлено, що у діапазоні температур  $-10 \dots +25$  °С К не має суттєвої залежності подовження рукавів від значення температури навколишнього середовища.

#### Список літератури

1. Nazarenko, S., Kovalenko, R., Asotskyi, V., Chernobay, G., Kalynovskyi, A., Tseabriuk, I. et. al. (2020). Determining mechanical properties at the shear of the material of «Т» type pressure fire hose based on torsion tests. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (7 (107)), 45–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212269>
2. Larin, Oleksiy & Morozov, Oleksandr & Nazarenko, Sergii & Chernobay, Gennadiy & Kalynovskyi, Andrii & Kovalenko, Roman & Pustovoitov, Pavlo & Fedulova, Svitlana. (2019). Determining mechanical properties of a pressure fire hose the type of «Т». Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 6. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184645>.

17. 3. Aripbaeva, Akerke & Mirkhalykov, Zhumahan & Kaldybaev, Rashid & Koyfman, Oscar & Bazarov, Yuri & Stepanova, Svetlana & Stepanov, Sergey. (2020). Investigation of characteristics of woven reinforcing frames of pressure fire hoses and their influence on values of internal bursting pressures. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Khimiya khimicheskaya tekhnologiya*. 63. 96–104. <https://doi.org/10.6060/ivkkt.20206310.6234>.
18. 4. Stas, S., Bychenko, A., Kolesnikov, D., Myhalenko, O. & etc. (2023). Determining the elongation of T-type fire hoses based full-scale experiments. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, (in print).
19. 5. Stas, S., Bychenko, A., Kolesnikov, D., Myhalenko, O., Pustovit, M. (2021). Experimental study of changes the geometric parameters of fire hoses during the supply of extinguishing agents. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser.: Hydraulic Machines and Hydraulic Units*: 2021. – № 2. P. 39–42. doi: <https://doi.org/10.20998/2411-3441.2021.2.06>.

## Determination of the tensile force of a pressure fire hose during water transportation

**Stas S.**

*The wear of pressure fire hoses, which occurs during their unfolding, pulling, and folding, partially depends on their deformation due to the transportation of liquids. To determine the amount of tension, both latex-coated and double-sided polymer-coated fire hoses were selected. The studies were conducted at temperatures of -10 °C and +25 °C. The average lengths of the fire hoses used were 1790 cm and 1960 cm, respectively. The fluid flow rates and inlet pressures of the fire hoses were fixed and amounted to 0, 115, 230, 360, 475 lpm and 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 MPa. The greatest elongation was 79 cm. It was recorded during water transportation when latex hoses with a diameter of 77 mm were used, the pressure at their inlet was 0.8 MPa, the temperature was +25 °C, and the water flow rate was 0 lps. The force that provided such a stretch was 2.04 kH. The obtained results can be used to take into account the forced energy losses for the transportation of liquid.*

Keywords: water transportation, fire hose elongation, tensile force.